

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕРВЕРОВ ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Носков И.Ю., Степанов О.А.

Тюменский государственный архитектурно-строительный университет  
ivan.noskov.tmn@gmail.ru

Последние двадцать лет во всем мире активно развивается одна из ветвей сектора информационных технологий, а именно строительство и эксплуатация центров обработки данных (ЦОД). Без стабильно работающих ЦОД невозможна работа телекоммуникационного и информационного сектора экономики. Быстрая обработка и передача данных – факторы, определяющие инновационный характер развития страны.

Одна из проблем современных ЦОД – увеличение энергопотребления при растущей стоимости электроэнергии. Вместе с увеличением энергопотребления растет и необходимость отводить тепло.

В работе проведён анализ режима движения воздуха внутри стойки ЦОДа по трубопроводу, найдены оптимальные значения отношения количества отводимой теплоты, необходимого для охлаждения оборудования, к величине затраченной работы потоков воздуха на преодоление сил трения.

Описанный метод рассматривается на примере закрытой системы кондиционирования центров обработки данных. Закрытая система имеет ряд преимуществ по сравнению с классической открытой системой: данная система позволяет свести к минимуму передачу теплоты за границы стойки.

Введём величину отношения количества теплоты к величине затраченной работы:

$$\frac{Q}{L} = \frac{G \cdot C_p \cdot dT}{V dP} \quad (1)$$

Воздух, перемещаемый по воздухопроводу системы кондиционирования, рассматривается как несжимаемая жидкость. Это вполне допустимо, т. к. давление, действующее в воздуховоде этой системы, незначительное.

При движении воздуха в воздуховоде давление расходуется на трение воздуха о поверхность стенок воздуховода ( $L$ ) и на преодоление местных сопротивлений.

Проинтегрируем правые части выражения:

$$\frac{Q}{L} = \frac{G \cdot C_p \cdot (t_n - t_{np})}{V \cdot (P_1 - P_2)} \quad (2)$$

Сопротивления трения непрерывны и наблюдаются по всей длине воздухопроводов. Заменим величину разности давления через уравнение Дарси-Вейсбаха, а расход воздуха через соотношение  $G = VS$ , где  $V$  – объёмный расход воздуха,  $S$  – площадь поперечного сечения подающего трубопровода:

$$\frac{Q}{L} = \frac{G \cdot C_p \cdot (t_n - t_{np})}{V \cdot \lambda_{TP} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \cdot \frac{l}{d}} = \rho \cdot \frac{C_p \cdot (t_n - t_{np})}{\lambda_{TP} \cdot \frac{\rho \cdot w^2}{2} \cdot \frac{l}{d}} = 2 \cdot \frac{C_p \cdot (t_n - t_{np}) \cdot d}{\lambda_{TP} \cdot w^2 \cdot l} \quad (3)$$

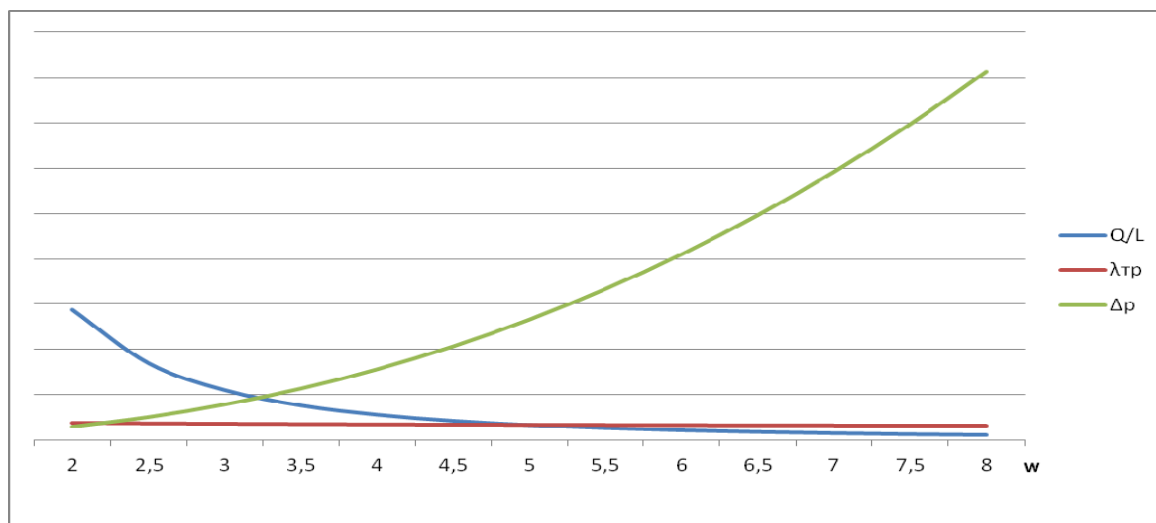
Так как отношение массового расхода к объёмному расходу представляет собой плотность воздуха в воздуховоде, можно записать

$$\frac{G}{V} = \rho \quad (4)$$

$$\frac{Q}{L} = 2 \cdot \frac{C_p \cdot (t_n - t_{np}) \cdot d}{\lambda_{TP} \cdot w^2 \cdot l} \quad (5)$$

Результаты аэродинамического расчёта канала воздушного потока представлены в таблице и на графике (рисунок).

Q/L	w	Re	d	$\lambda_{TP}$	$\Delta p$	l	v(возд)	V, м³/с
143,5	2	75647	0,61	0,0191	0,151	2	0,000016	0,58
84,4	2,5	84576	0,54	0,0186	0,257			
54,8	3	92649	0,49	0,0181	0,396			
38,0	3,5	100072	0,46	0,0178	0,572			
27,7	4	106982	0,43	0,0175	0,785			
20,9	4,5	113471	0,40	0,0172	1,038			
16,3	5	119609	0,38	0,0170	1,334			
13,0	5,5	125447	0,36	0,0168	1,672			
10,6	6	131025	0,35	0,0166	2,056			
8,7	6,5	136375	0,34	0,0165	2,487			
7,3	7	141523	0,32	0,0163	2,965			
6,2	7,5	146491	0,31	0,0162	3,493			
5,3	8	151295	0,30	0,0160	4,072			



Таким образом, основными параметрами, обеспечивающими достижение оптимального энергетического и экономического эффекта, являются скорость движения потока и геометрические размеры направляющего трубопровода.